

5

10 Rotor für eine elektrische Maschine mit verbesserter
Temperaturbeständigkeit

Stand der Technik

15 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Rotor für eine
elektrische Maschine und insbesondere einen Rotor für einen
EC-Motor mit verbesserter Temperaturbeständigkeit, der
insbesondere mit NdFeB-Magneten aufgebaut ist, sowie eine
elektrische Maschine mit einem derartigen Rotor. Elektrische
20 Maschinen sind beispielsweise als Elektromotoren bekannt,
bei denen ein Ringmagnet am Rotor befestigt ist. Hierbei
ergibt sich die fertigungstechnische Notwendigkeit, den
Ringmagneten an der Rotorwelle zu befestigen. Üblicherweise
wird hierbei zur Befestigung ein Klebstoff verwendet. Häufig
25 werden die hohlzylindrischen Ringmagnete auch mit an der
Rotorwelle befestigten zylindrischen Trägerkörpern (oftmals
für einen magnetischen Rückschluss aus Stahl) durch
Aufbringen von Klebstoff in den Spalt zwischen dem
Ringmagnet und dem Trägerkörper miteinander verbunden. Im
30 Betrieb kommt es jedoch aufgrund der unterschiedlichen
Wärmeausdehnungskoeffizienten der verschiedenen Materialien
für den Ringmagnet, den Trägerkörper und den Klebstoff zu
einer Relativbewegung der Bauteile zueinander. Insbesondere
im hohen Temperaturbereich kann es aufgrund der

unterschiedlichen Ausdehnungen der Materialien zu einem Bruch des Ringmagneten kommen. Ein weiterer Nachteil des Klebverfahrens besteht darin, den Klebstoff in den Spalt zwischen den Trägerkörper und den Ringmagneten zu bringen. Hierbei muss der Spalt eine gewisse Dicke aufweisen, um fertigungstechnisch überhaupt den Klebvorgang ausführen zu können. Je größer der Abstand zwischen Ringmagnet und Trägerkörper jedoch ist, umso höher sind die magnetischen Verluste. Weiterhin wird seit mehreren Jahren versucht, als Magnetmaterial seltene Erden zu verwenden. Dieses Material hat jedoch bei Temperaturerhöhung im Vergleich mit den ferritischen Magnetmaterialien eine noch geringere Ausdehnung bis hin zu einer negativen Ausdehnung, sodass sich bei Verwendung dieser Materialien die Gefahr eines Magnetbruches deutlich erhöht.

Vorteile der Erfindung

Bei dem erfindungsgemäßen Rotor für eine elektrische Maschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 kann jedoch ein vollständiger Temperatenausgleich (Längenausgleich) zwischen den aus unterschiedlichen Materialien hergestellten Teilen ausgeführt werden. Weiterhin sind bei dem erfindungsgemäßen Rotor für eine elektrische Maschine die magnetischen Verluste durch einen minimierten Spalt zwischen dem Magnetelement und einem im inneren des Magnetelements angeordneten Bauteil minimiert. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass das Magnetelement an mindestens einem in Axialrichtung liegenden Ende mittels einer elastischen Deckscheibe befestigt wird. Somit muss kein Klebstoff am inneren Mantelbereich des Magnetelements vorgesehen werden, sodass der Spalt zu einem benachbarten Bauteil deutlich kleiner gewählt werden kann.

Die Unteransprüche haben bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung zum Gegenstand.

5 Um dem Rotor eine verbesserte Stabilität zu geben, ist das andere in Axialrichtung liegende Ende des hohlzylindrischen Magnelements vorzugsweise an einem Wellenabsatz der Rotorwelle anliegend.

10 Gemäß einer anderen bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist das Magnelement an seinen beiden in Axialrichtung liegenden Enden mittels elastischer Deckscheiben befestigt. Dadurch kann eine symmetrische Rotoranordnung erhalten werden, welche besonders gute
15 Temperatenausgleichseigenschaften aufgrund zweier an den Enden des Magnelements angeordneter Deckscheiben aufweist.

Vorzugsweise wird das Magnelement mittels eines Klebstoffs an den Deckscheiben befestigt. Dadurch ist die Verarbeitung und Positionierung des Klebstoffs im Vergleich mit dem Stand
20 der Technik deutlich erleichtert und verbessert. Weiterhin ermöglicht die Positionierung der Verbindung zwischen Magnelement und Rotorwelle an die axialen Enden des Magnelements, dass Klebstoffe sowohl mit hohen als auch mit niedrigen Viskositäten verwendet werden können.

25 Um eine verbesserte Elastizität der Deckscheiben sowohl in radialer als auch in axialer Hinsicht bereitzustellen, weisen die Deckscheiben vorzugsweise jeweils wenigstens einen radial verlaufenden Schlitz auf. Besonders bevorzugt
30 verläuft der Schlitz dabei vom Außenumfang der Deckscheibe nach innen. Vorzugsweise sind in den Deckscheiben eine Vielzahl von radial verlaufenden Schlitzern vorgesehen, welche unterschiedliche Längen aufweisen können. Besonders

bevorzugt weisen die Deckscheiben dabei Schlitzte mit einer ersten Länge und Schlitzte mit einer zweiten Länge auf, wobei die erste Länge größer als die zweite Länge ist. Um eine möglichst gleichmäßige Aufnahme der Wärmeausdehnungen der Bauteile bereitzustellen, sind die Deckscheiben vorzugsweise symmetrisch ausgebildet.

Um eine besonders leichtgängige Aufnahme der Wärmeausdehnungen der Bauteile bereitzustellen zu können, weisen die Deckscheiben vorzugsweise einen federnden Bereich auf. Der federnde Bereich kann beispielsweise durch eine in Umfangsrichtung vollständig umlaufende Sicke bereitgestellt werden. Insbesondere in Kombination mit den Schlitzten der Deckscheibe kann dadurch eine hervorragende Ausgleichsfunktion durch die Deckscheiben bereitgestellt werden. Wenigstens ein Schlitz sollte hierbei eine Länge aufweisen, welche vom Außenumfang der Deckscheibe bis zum federnden Bereich oder auch über den federnden Bereich hinausreicht.

Für einen verbesserten magnetischen Rückschluss ist innerhalb des zylinderrohrförmigen Magnelementes vorzugsweise ein metallischer Trägerkörper angeordnet. Der Trägerkörper weist dabei sowohl vom Magnelement als auch von den Deckscheiben jeweils einen vorbestimmten Abstand auf. Dabei kann dieser Abstand zu den anderen Bauteilen jedoch deutlich geringer als im Stand der Technik gewählt werden, da kein Raum zur Aufnahme von Klebstoff vorgesehen werden muss, sodass die magnetischen Verluste durch Ausbildung eines minimalen Abstands minimiert werden können.

Weiterhin bevorzugt ist das Magnelement durch ein zylindrisches Schutzrohr umgeben, um Beschädigungen des

Magnetelements zu vermeiden. Weiterhin stellt das zylindrische Schutzrohr einen Schleuderschutz für abgeplatzte Teile bereit, so dass ein Verklemmen des Rotors verhindert werden kann.

5

Das Magnetelement ist vorzugsweise aus einem Seltene-Erden-Magnetmaterial, wie z.B. NdFeB oder SmCo, hergestellt.

10

Die Deckscheiben sind vorzugsweise aus einem nicht-magnetischen Material, insbesondere aus Edelstahl, hergestellt.

15

Weiterhin bevorzugt sind die Deckscheiben kraftschlüssig, formschlüssig oder stoffschlüssig mit der Rotorwelle z.B. durch Pressen, Laserschweißen oder Kleben verbunden. Die Verbindung zwischen Deckscheibe und Rotorwelle muss dabei derart ausgelegt sein, um die erforderlichen Drehmomente übertragen zu können.

20

Der erfindungsgemäße Rotor wird vorzugsweise in einer als EC-Motor ausgebildeten elektrischen Maschine verwendet, welche besonders bevorzugt als Antrieb für Komforteinrichtungen in Fahrzeugen, wie z.B. als Antrieb für elektrische Fensterheber, elektrische Sitzverstellungen, elektrisches Schiebedach, Wischermotor usw., verwendet wird. Weiterhin ist auch eine Verwendung als EC-Generator, bei einer EC-Lenkung und als Motorraumsteller, z.B. Getriebesteller oder Kupplungssteller, möglich.

25

30

Zeichnung

Nachfolgend werden unter Bezugnahme auf die begleitende Zeichnung Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung im Detail beschrieben. In der Zeichnung ist:

- 5 Figur 1 eine schematische, perspektivische Explosionsdarstellung einer Rotoreinheit einer elektrischen Maschine gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,
- 10 Figur 2 eine schematische Schnittansicht der in Figur 1 gezeigten Rotoranordnung,
- Figur 3 eine schematische Seitenansicht einer in den Figuren 1 und 2 verwendeten Deckscheibe,
- 15 Figur 4 eine perspektivische geschnittene Ansicht einer Deckscheibe gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,
- 20 Figur 5 eine schematische geschnittene Ansicht einer Deckscheibe eines dritten Ausführungsbeispiels gemäß der vorliegenden Erfindung,
- Figur 6 eine schematische Schnittansicht der in Figur 5 gezeigten Deckscheibe, und
- 25 Figur 7 eine schematische Schnittansicht einer Rotoranordnung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung

30

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In den Figuren 1 bis 3 ist eine elektrische Maschine gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt.

5 Figur 1 zeigt eine perspektivische Explosionsdarstellung einer Rotoranordnung 1 der elektrischen Maschine. Die Rotoranordnung 1 umfasst eine Rotorwelle 2, einen Trägerkörper 4, ein hohlzylindrisches Magnelement 3, eine erste Deckscheibe 5, eine zweite Deckscheibe 6 und ein
10 Schutzrohr 10. Der Trägerkörper 4 ist auf der Rotorwelle 2 befestigt. Dies kann z.B. mittels Kleben oder mittels einer Presspassung ausgeführt sein. Ebenfalls sind die erste Deckscheibe 5 und die zweite Deckscheibe 6 drehfest sowie axial fest mit der Rotorwelle 2 verbunden. Das Magnelement
15 3 ist an seinen axialen Enden jeweils mit einer Deckscheibe verbunden. Genauer ist das axiale Ende 3a des Magnelements 3 mit der ersten Deckscheibe 5 und das axiale Ende 3b mit der zweiten Deckscheibe 6 verbunden (vgl. Figur 2). Die Verbindung zwischen den Deckscheiben 5, 6 und den axialen
20 Enden 3a und 3b erfolgt mittels eines Klebstoffs. Das Magnelement 3 ist hierbei zentrisch zur Rotorwelle 2 angeordnet.

25 Wie aus Figur 2 ersichtlich ist, ist zwischen dem Magnelement 3 und dem Trägerkörper 4 ein in Umfangsrichtung verlaufender Spalt 11 vorhanden. In Figur 2 ist der Spalt zur besseren Darstellbarkeit vergrößert dargestellt. Da die Befestigung des Magnelements 3 an dessen axialen Enden erfolgt, kann der Spalt 11 zwischen dem
30 Magnelement 3 und dem Trägerkörper 4 eine minimale Größe aufweisen. Dadurch können magnetische Verluste infolge des Spalts 11 ebenfalls minimiert werden.

Wie aus Figur 2 weiterhin ersichtlich ist, ist zwischen den beiden Deckscheiben 5 und 6 sowie dem Trägerkörper 4 ebenfalls jeweils ein kleiner Spalt 12 vorhanden. Dadurch kann verhindert werden, dass bei hohen Temperaturen während des Betriebs infolge unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten der Trägerkörper 4 eine der beiden Deckscheiben 5, 6 berührt.

Das Magnelement 3 ist aus einem Seltene-Erden-Material hergestellt und weist eine vom Trägerkörper 4 bzw. der Rotorwelle 2 unterschiedliche Wärmeausdehnung auf. Die unterschiedliche Wärmeausdehnung wird durch die erste und zweite Deckscheibe 5 und 6 ausgeglichen. Hierzu weisen die Deckscheiben 5 und 6 einen federnden Bereich 7 auf, welcher durch eine in Umfangsrichtung umlaufend ausgebildete Sicke bereitgestellt wird. Weiterhin, wie in Figur 3 gezeigt, sind in den Deckscheiben eine Vielzahl von Schlitten gebildet. Genauer, sind in den Deckscheiben einerseits lange Schlitten 8 mit einer ersten Länge A gebildet. Zwischen den langen Schlitten 8 sind mehrere kleine Schlitten 9 mit einer Länge B gebildet. Dadurch können die Deckscheiben 5, 6 sowohl einen Längenausgleich in radialer Richtung als auch in axialer Richtung ausführen. Um die bei dem Längenausgleich auftretenden Kräfte bzw. Verformungen der Deckscheiben 5, 6 problemlos zu ermöglichen, sind die Deckscheiben 5, 6 aus einem nicht-magnetischen Edelstahl hergestellt.

Die Klebverbindung zwischen den Deckscheiben 5, 6 und dem Magnelement 3 kann dabei in einem einfachen Verfahrensschritt bereitgestellt werden. Hierbei muss der Klebstoff nur auf die entsprechenden am radial äußeren Bereich liegenden Abschnitte der Deckscheiben 5 und 6 und/oder die axialen Enden des Magnelements aufgebracht werden und anschließend die Deckscheiben 5, 6 mit dem

Magnetelement 3 axial zusammengefügt werden. Hierdurch ergibt sich erfindungsgemäß eine deutliche Vereinfachung beim Herstellungsprozess, im Vergleich mit dem Aufbringen von Klebstoff in einen schmalen, radialen Spalt zwischen dem
5 Magnetelement und dem Trägerkörper wie im Stand der Technik.

Somit weist die elektrische Maschine mit dem erfindungsgemäßen integrierten Temperatenausgleich eine verbesserte Temperaturbeständigkeit und somit verbesserte
10 Einsatzmöglichkeiten auf.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf Figur 4 eine Deckscheibe für einen erfindungsgemäßen Rotor gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung
15 beschrieben.

Wie in Figur 4 gezeigt, weist die Deckscheibe 5 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel einen im Wesentlichen zylindrischen Bereich 11 und einen im Wesentlichen in
20 Radialrichtung ausgerichteten Bereich 12 auf. Der zylindrische Bereich 11 dient als Befestigungsbereich an einer Rotorwelle. Der radiale Bereich 12 umfasst einen federnden Bereich 13 und einen Haltebereich 14 für das Magnetelement. Wie in Figur 4 dargestellt, ist der radiale
25 Bereich 12 an einem in Axialrichtung liegenden Ende des zylindrischen Bereichs 11 angeordnet. Der federnde Bereich 13 weist dabei eine im Schnitt im Wesentlichen U-förmige Form auf und stellt einen Federweg sowohl in Radialrichtung als auch in Axialrichtung bereit. Dadurch ermöglicht die
30 Deckscheibe 5 einen Temperatenausgleich für unterschiedliche temperaturbedingte Längenänderungen des Magnetelements und der Rotorwelle. Die Deckscheibe 5 des zweiten Ausführungsbeispiels ist dabei einstückig ausgebildet und wird beispielsweise durch Stanzen und Umformen eines

zylindrischen Rohrstücks hergestellt. Die Schlitze 8 zwischen den einzelnen Radialsegmenten des radialen Bereichs 12 sind dabei gleich tief ausgebildet. Weiterhin stellt der zylindrische Bereich 11 der Deckscheibe eine in Umfangsrichtung verdrehfeste und in Axialrichtung verschiebefeste Befestigung mit der Rotorwelle sicher. Dies kann beispielsweise mittels einer Presspassung realisiert werden.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Figuren 5 und 6 eine Deckscheibe 5 gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben. Die Deckscheibe des dritten Ausführungsbeispiels entspricht im Wesentlichen der Deckscheibe des zweiten Ausführungsbeispiels und umfasst einen zylindrischen Bereich 11 sowie einen radialen Bereich 12. Der radiale Bereich 12 ist an einem axialen Ende des zylindrischen Bereichs 11 angeordnet und umfasst eine Vielzahl von lappenartigen Elementen, welche im Wesentlichen in Radialrichtung ausgerichtet sind. Die lappenartigen Elemente sind jeweils über einen gleich tiefen Schlitz 8 von einander beabstandet. Wie in den Figuren 5 und 6 gezeigt, sind an den lappenartigen Elementen ein Haltebereich 14 für das Magnelement sowie ein Verbindungsbereich 15 ausgebildet, welcher die Verbindung zwischen dem zylindrischen Bereich 11 und dem Haltebereich 14 bereitstellt.

Der Verbindungsbereich 15 ist dabei in einem vorbestimmten Winkel zum zylindrischen Bereich 11 angeordnet. Wie in Figur 6 gezeigt, ist der Verbindungsbereich 15 geneigt mit einem Winkel α zum Befestigungsbereich 11 angeordnet. Der Winkel α beträgt dabei ungefähr 60° . Bei unterschiedlichen temperaturbedingten Längenänderungen der einzelnen Bauteile ändern die lappenartigen Elemente ihren Auffederungswinkel

zur Rotorwelle bzw. zum zylindrischen Bereich 11. Dadurch wird ein Ausgleich sowohl in radialer als auch in axialer Richtung bereitgestellt.

Die Deckscheibe 5 des dritten Ausführungsbeispiels funktioniert somit nach dem Prinzip der Auffederung der lappenartigen Elemente des radialen Bereichs 12. Somit stellt auch die Deckscheibe des dritten Ausführungsbeispiels einen Längenausgleich sowohl in radialer als auch in axialer Richtung bereit. Dabei weist die Deckscheibe des dritten Ausführungsbeispiels einen besonders kompakten und einfachen Aufbau auf.

Die Figur 7 zeigt eine Rotoranordnung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die Ansicht des vierten Ausführungsbeispiels entspricht dabei im Wesentlichen der Ansicht von Figur 2 des ersten Ausführungsbeispiels. Im Gegensatz zu den vorhergehend beschriebenen Ausführungsbeispielen wird beim vierten Ausführungsbeispiel jedoch nur noch eine Deckscheibe 5 verwendet. Anstelle einer zweiten Deckscheibe ist beim vierten Ausführungsbeispiel an der Rotorwelle 2 ein Wellenabsatz 2a gebildet, welcher mindestens den gleichen Durchmesser wie der Außendurchmesser des Magnetelements 3 aufweist. Dadurch stützt sich das Magnetelement 3 an seinem zweiten axialen Ende 3b am Wellenabsatz 2a ab. Das erste axiale Ende 3a des Magnetelements 3 ist wie in den vorhergehenden Ausführungsbeispielen an einer Deckscheibe 5 befestigt. Somit übernimmt diese Deckscheibe 5 beim vierten Ausführungsbeispiel sämtliche Ausgleichsbewegungen in axialer und radialer Richtung. Es sei angemerkt, dass anstelle des Wellenabsatzes 2a auch ein anderes separates Bauteil, welches auf der Rotorwelle 2 befestigt wird, verwendet werden kann. Ansonsten entspricht das vierte

Ausführungsbeispiel insbesondere dem ersten
Ausführungsbeispiel, so dass auf die dort gegebene
Beschreibung verwiesen werden kann.

5

10

Ansprüche

15

1. Rotor für eine elektrische Maschine, umfassend eine Rotorwelle (2), ein hohlzylindrisches Magnetelement (3) und eine Deckscheibe (5, 6), wobei die Deckscheibe (5, 6) an der Rotorwelle (2) befestigt ist und das Magnetelement (3) an einem ersten axialen Ende (3a) an der Deckscheibe (5, 6) befestigt ist.

20

2. Rotor für eine elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweites axiales Ende (3b) des Magnetelements (3) an einem Wellenabsatz (2a) der Rotorwelle (2) anliegt.

25

3. Rotor für eine elektrische Maschine nach Anspruch 1, umfassend eine erste Deckscheibe (5) und eine zweite Deckscheibe (6), wobei die erste und zweite Deckscheibe (5, 6) an der Rotorwelle (2) befestigt sind und das Magnetelement (3) an seinem ersten axialen Ende (3a) an der ersten Deckscheibe (5) befestigt ist und an seinem zweiten axialen Ende (3b) an der zweiten Deckscheibe (6) befestigt ist.

30

4. Rotor für eine elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

das Magnelement (3) mittels eines Klebstoffs an den Deckscheiben (5, 6) befestigt ist.

5. Rotor für eine elektrische Maschine nach einem der
5 vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Deckscheiben (5, 6) jeweils wenigstens einen radial verlaufenden Schlitz (8, 9) aufweisen.
6. Rotor für eine elektrische Maschine nach einem der
10 vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Deckscheiben (5, 6) eine Vielzahl von radial verlaufenden Schlitz (8, 9) mit unterschiedlichen Längen aufweisen.
7. Rotor für eine elektrische Maschine nach Anspruch 6,
15 dadurch gekennzeichnet, dass die Deckscheiben (5, 6) radiale Schlitz (8) mit einer ersten Länge (A) und radiale Schlitz (9) mit einer zweiten Länge (B) aufweisen, wobei die erste Länge (A) größer als die
20 zweite Länge (B) ist.
8. Rotor für eine elektrische Maschine nach einem der
25 vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Deckscheiben (5, 6) einen federnden Bereich (7) aufweisen.
9. Rotor für eine elektrische Maschine nach Anspruch 8,
30 dadurch gekennzeichnet, dass der federnde Bereich (7) durch eine in Umfangsrichtung verlaufende Sicke bereitgestellt wird.
10. Rotor für eine elektrische Maschine nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass der federnde Bereich der

Deckscheiben (5, 6) durch einen im Wesentlichen im Schnitt U-förmigen Bereich (13) bereitgestellt wird.

- 5 11. Rotor für eine elektrische Maschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der federnde Bereich als ein zwischen einem Befestigungsbereich (11) und einem Haltebereich (14) für das Magnelement angeordneten Verbindungsbereich (15) ausgebildet ist, wobei der Verbindungsbereich (15) in einem Winkel (α) zum
- 10 Befestigungsbereich geneigt angeordnet ist.
12. Rotor für eine elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Deckscheiben (5, 6) wenigstens einen Schlitz mit einer
- 15 Länge aufweisen, welche vom Außenumfang der Deckscheibe bis zum federnden Bereich (7) verläuft.
13. Rotor für eine elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- 20 innerhalb des Magnelements (3) ein Trägerkörper (4) angeordnet ist, welcher vom Magnelement (3) in Radialrichtung beabstandet ist und welcher von den Befestigungsscheiben (5, 6) in Axialrichtung beabstandet ist.
- 25 14. Rotor für eine elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein zylindrisches Schutzrohr (10), welches das Magnelement (3) umgibt.
- 30 15. Elektrische Maschine, umfassend einen Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

5

10 Zusammenfassung

15

20

Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Maschine, umfassend eine Rotorwelle (2), ein hohlzylindrisches Magnelement (3), eine erste Deckscheibe (5) und eine zweite Deckscheibe (6), wobei die erste und zweite Deckscheibe (5, 6) an der Rotorwelle (2) befestigt sind und das Magnelement (3) an seinem ersten axialen Ende (3a) an der ersten Deckscheibe (5) befestigt ist und an seinem zweiten axialen Ende (3b) an der zweiten Deckscheibe (6) befestigt ist.

(Figur 1)

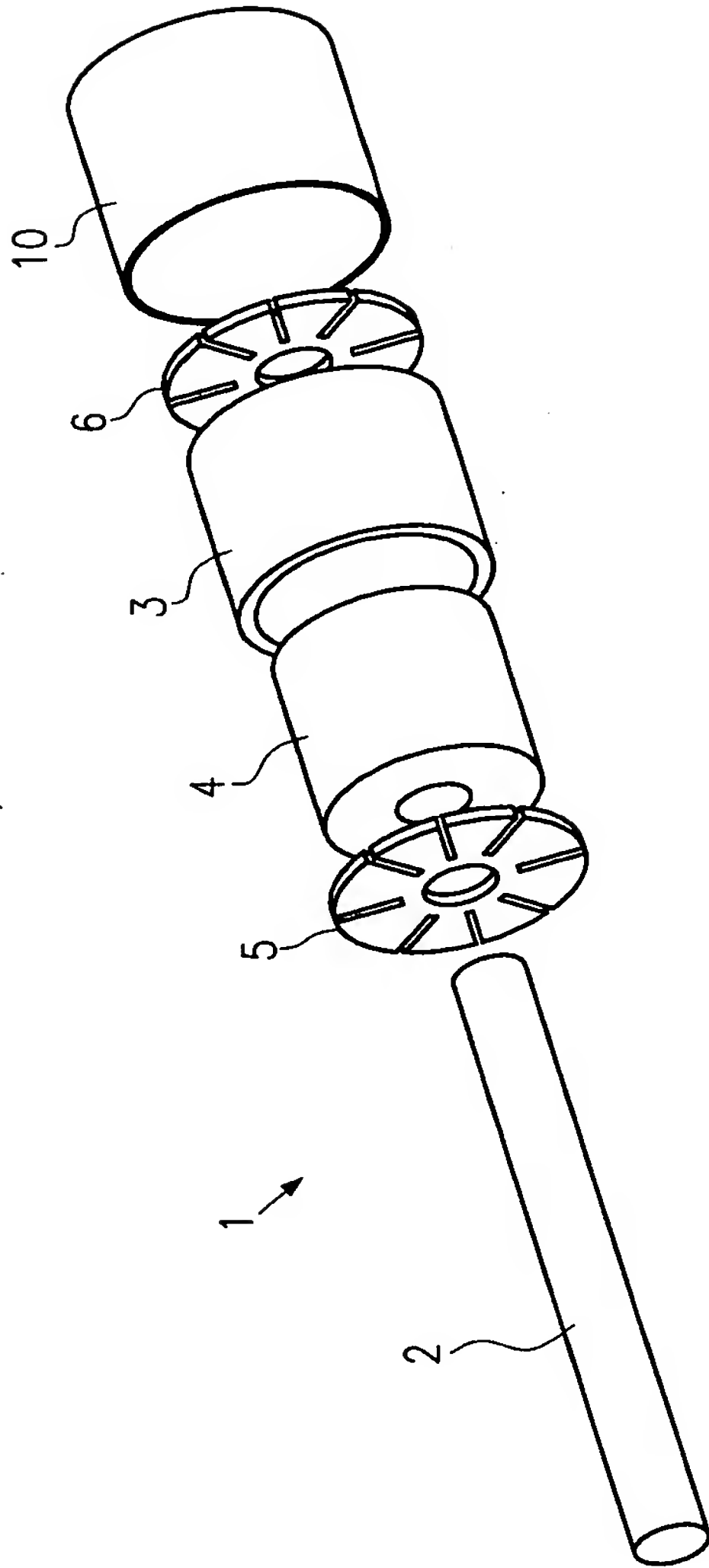


Fig.1

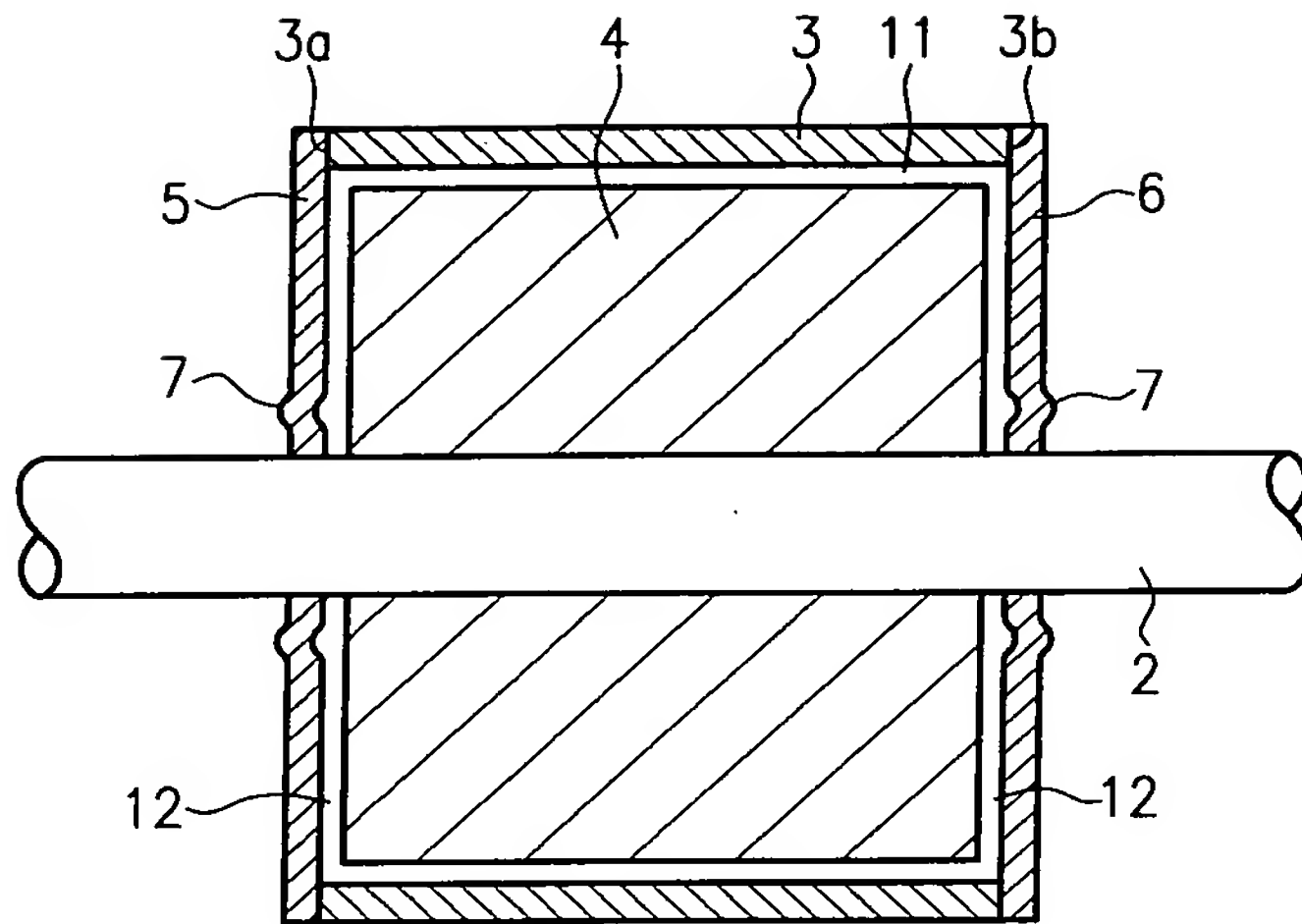


Fig.2

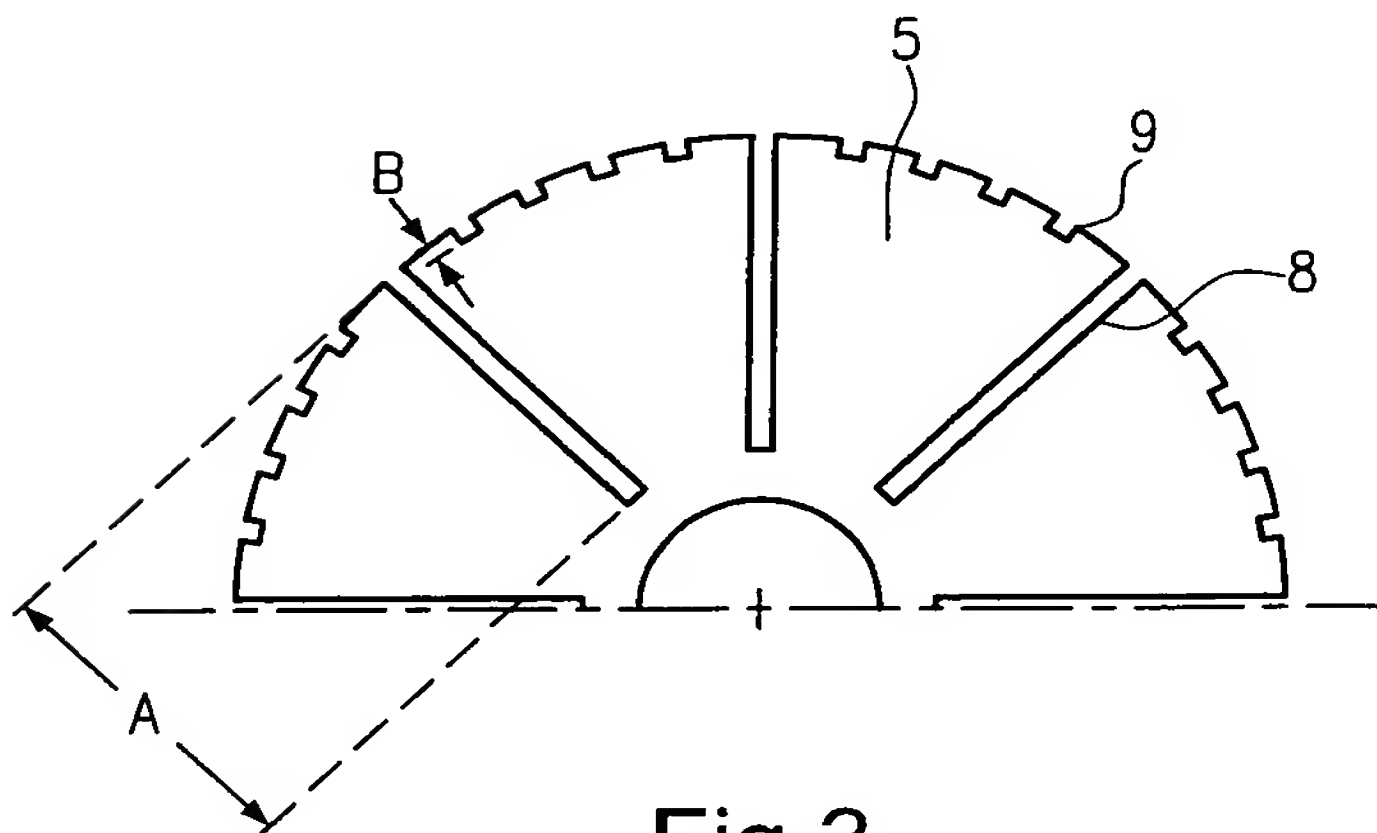


Fig.3

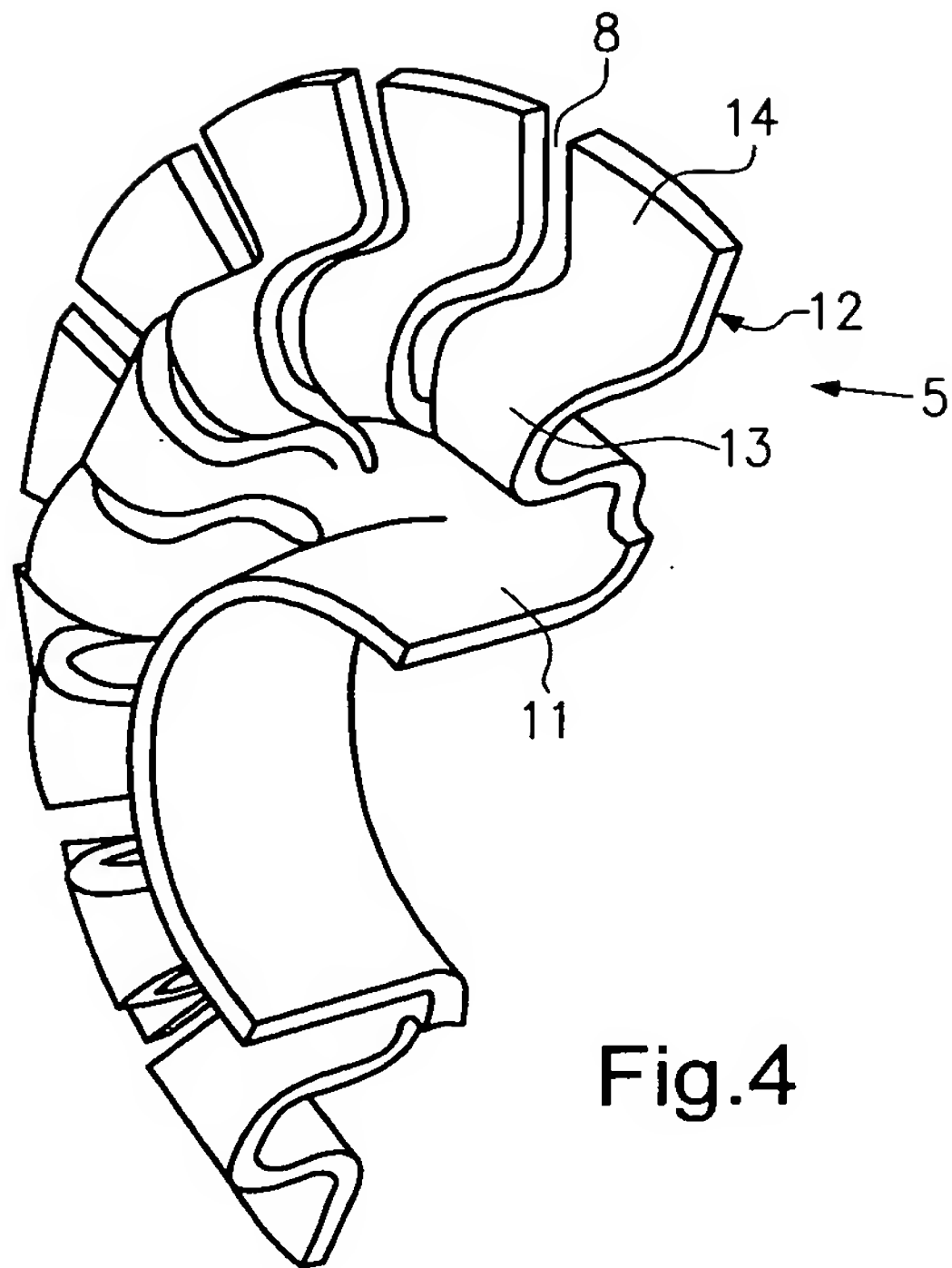


Fig.4

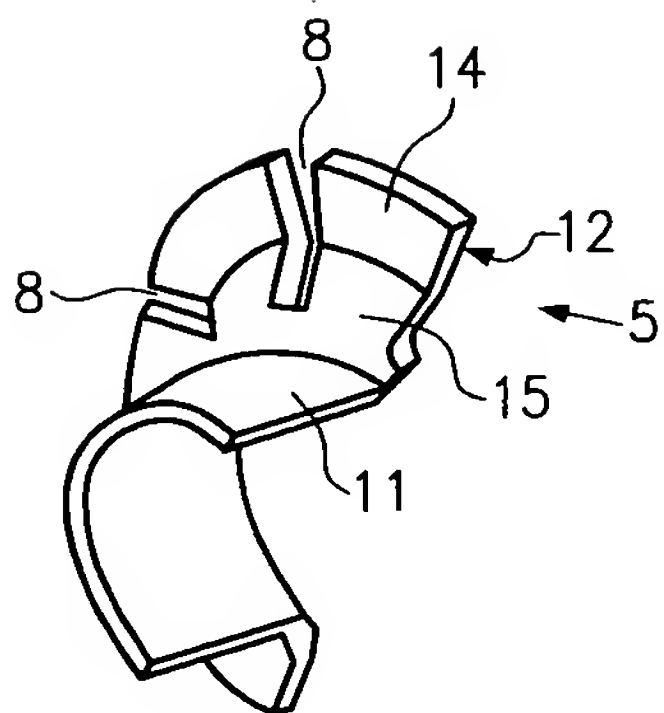


Fig.5

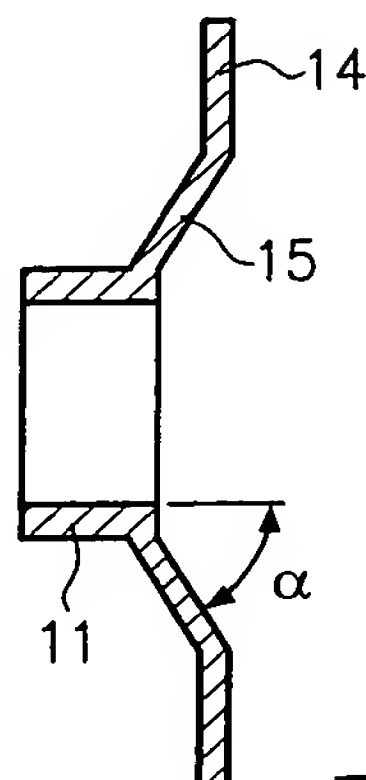


Fig.6

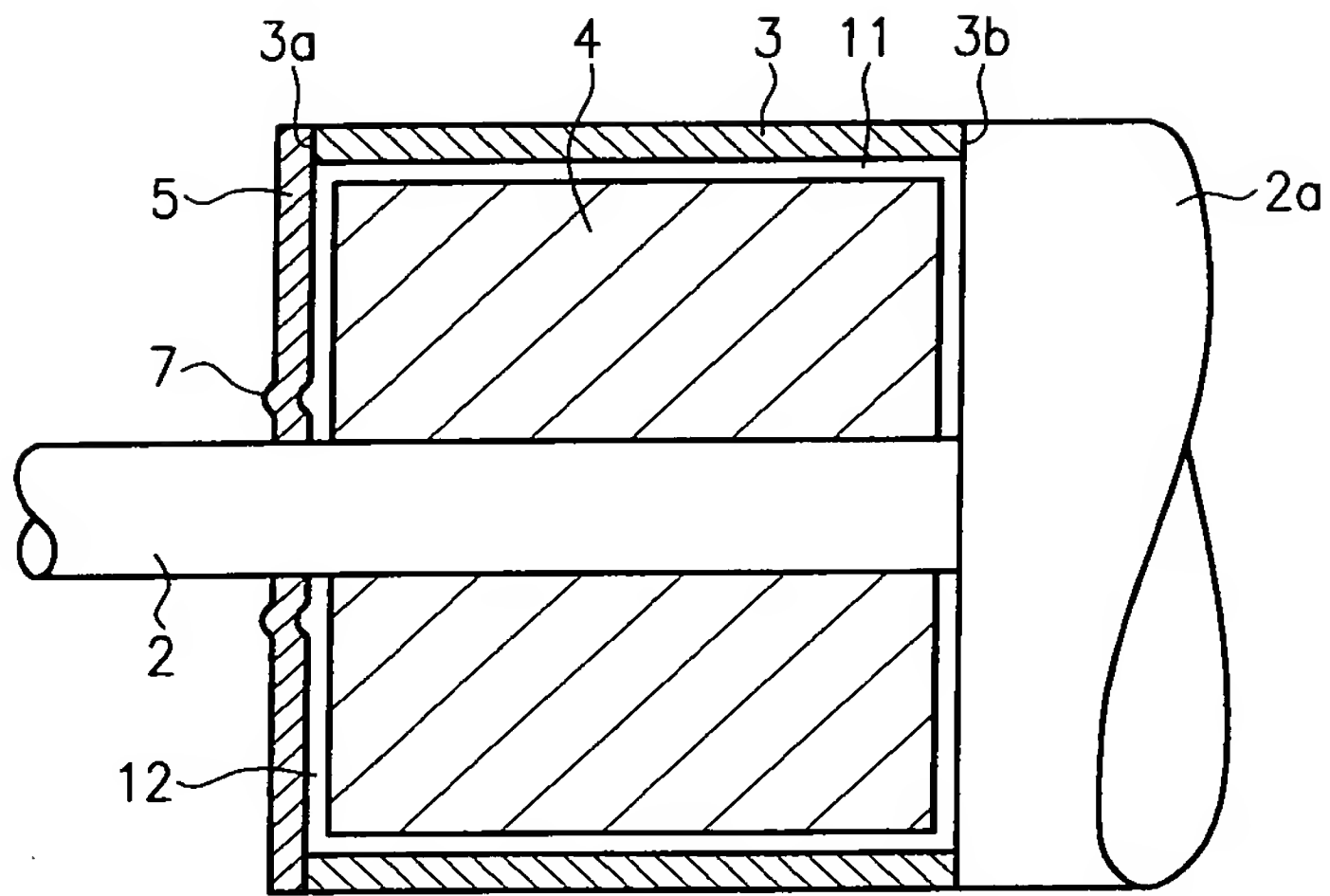


Fig.7